

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Мухарямовой Гульшат Ильдаровны
«Исследование влияния электромагнитной обработки на реологические свойства высоковязких
и парафинистых нефтей и моделирование их течения в трубопроводе»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

Актуальность темы диссертации

В настоящее время одним из популярных и эффективных методов перекачки нефти является трубопроводный транспорт. Нефть, перекачиваемая по системе магистральных нефтепроводов, добывается в различных регионах и месторождениях, в связи с этим значительно варьируется по качеству. Залежи так называемой «легкой» маловязкой нефти истощаются и перспективным направлением поддержания уровня добычи является разработка месторождений высоковязкой нефти. Транспортировка такой нефти к потребителю и местам переработки осложняется высокой вязкостью продукции, проявлением «аномальных» реологических свойств, обусловленных повышенным содержанием асфальтенов, смол и парафинов в составе нефти. С целью изменения вязкости нефти для упрощения процессов ее перекачивания применяются различные методы воздействия на нефть. Диссертационная работа Мухарямовой Г.И. посвящена актуальным исследованиям влияния электромагнитной обработки на реологические свойства высоковязкой и парафинистой нефти и моделированию их течения в трубопроводе.

Научная новизна диссертации заключается в разработке методики обработки нефти электромагнитным (ЭМ) полем, создании программного продукта, позволяющего производить гидравлические расчёты нефтепроводов, обработанных ЭМ полем, введении нового параметра, определяющего эффективность высокочастотного (ВЧ) либо сверхвысокочастотного (СВЧ) ЭМ метода воздействия.

Научные результаты, их ценность

В работе получены следующие научные результаты:

1. Разработана методика электромагнитной обработки нефти, приближенная к реальному технологическому процессу трубопроводного транспорта;
2. Выполнены исследования реологических свойств нефти до и после ВЧ и СВЧ электромагнитных обработок;
3. Выявлено, что ВЧ и СВЧ электромагнитные воздействия приводят к уменьшению количества асфальто-смоло-парафиновых отложений на внутренних стенках модельных нефтепроводов;
4. Определен критический параметр, определяющий степень влияния электромагнитного поля на реологические свойства нефти и количество асфальто-смоло-парафиновых отложений;
5. Получены кусочно-экспоненциальные температурные зависимости коэффициентов динамической вязкости нефти до и после электромагнитного воздействия;
6. Оценено влияние электромагнитного воздействия на режимы работы нефтеперекачивающих станций.

Ценность полученных результатов заключается в возможности их применения в практике трубопроводного транспорта нефти, в том числе, при промышленной апробации ЭМ воздействия.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Результаты диссертации получены при проведении экспериментальных исследований реологических свойств нефти на сертифицированном поверенном оборудовании. В работе применялись фундаментальные уравнения гидромеханики для гидравлических расчетов изотермических и неизотермических «горячих» нефтепроводов, а также известные современные методы математического моделирования и множественного корреляционно-регрессионного анализа.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Основная теоретическая и практическая значимость работы Мухарямовой Г.И. заключается в разработке приближенной к практике трубопроводного транспорта методики обработки нефти ЭМ полем. Выявлены законы изменения реологических свойств нефти после ВЧ и СВЧ ЭМ воздействий, определен параметр, отвечающий за характер этих изменений. Создано программное обеспечение, позволяющее производить гидравлические расчеты нефтепроводов, обработанных ЭМ полем.

Достоинством работы является подкрепление результатов экспериментальными графиками и расчётами, наряду с большой выборкой рассматриваемых образцов, составляющих основную долю среди добываемой на сегодняшний день нефти. С помощью анализа различных показателей состава нефти (наличие асфальтенов, смол, парафинов и серы) предложен оценочный параметр K , определяющий эффективность электромагнитного воздействия на нефть, получен патент на изобретение. Разработана программа для гидравлических расчетов изотермических и неизотермических нефтепроводов.

Соответствие паспорту специальности

Работа соискателя соответствует паспорту специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы по следующим направлениям исследований:

п. 2 «Реологические законы поведения текучих однородных и многофазных сред при механических и других воздействиях».

п. 3. «Гидравлические модели и методы расчета течений в водоемах, технологических устройствах и энергетических установках».

п. 17. «Гидромеханика сред, взаимодействующих с гравитационным и электромагнитным полями. Динамика плазмы».

Содержание диссертационной работы:

Во *введении* сформулированы актуальность темы диссертации, цель и задачи исследования, кратко описаны результаты работы с обоснованием их достоверности, указанием их научной новизны и практической значимости.

В первой главе выполнена оценка современного состояния процессов трубопроводного транспорта высоковязкой, парафинистой, сернистой нефти и их смесей, приведен обзор существующих методов улучшения реологических свойств таких систем. Рассмотрено электромагнитное воздействие, как один из возможных методов решения проблемы транспорта высоковязкой нефти.

Вторая глава посвящена экспериментальным исследованиям влияния ВЧ ЭМ поля частоты 13,56 МГц и СВЧ ЭМ поля частоты 2,4 ГГц на реологические свойства высоковязкой и парафинистой нефти и исследованиям влияния ВЧ и СВЧ ЭМ полей на величину отложений нефти на стенках моделей трубопроводов. Рассматриваются вопросы, связанные с аппроксимацией экспериментальных зависимостей изменения вязкости от температуры, необходимых для дальнейшего моделирования процесса течения высоковязкой парафинистой

нефти в трубопроводах при использовании ЭМ воздействия. Приведены результаты экспериментальных исследований влияния ВЧ ЭМ обработки на процессы образования асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО) на внутренних стенках нефтепроводов.

Третья глава посвящена исследованиям влияния ЭМ методов воздействия на вязкость смеси сернистой и высокосернистой нефти и аппроксимации зависимости вязкости смеси нефти без обработки и после обработки ВЧ ЭМ полем.

В четвертой главе выполнено численное моделирование течения высоковязкой и парафинистой нефти в трубопроводах с учетом полученных экспериментальных результатов. Разработана методика гидравлических расчетов нефтепроводов. Оценено влияние изменения вязкости нефти после ВЧ ЭМ обработки: на рабочую точку системы нефтепровод – нефтеперекачивающая станция (НПС), величины подпоров и напоров на входе и выходе из НПС, на изменение энергопотребления нефтеперекачивающих агрегатов.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы

Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты, полученные в работе, могут найти применение в нефтегазовых организациях, осуществляющих проектирование и эксплуатацию магистральных нефтепроводов. Разработанный программный продукт позволяет задавать различными способами вязкость нефти; рассчитывать вязкость смесей, предлагает два варианта расчета внутреннего коэффициента теплоотдачи, упрощает трудоемкий процесс расчетов неизотермических нефтепроводов.

Замечания и вопросы по работе

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. Присутствуют опечатки – места с отсутствием промежутка («пробела») между словом и обозначением в тексте, как например на с. 13 внизу.

2. Недостаточно контрастные рисунки, взятые из литературы. На рис. 1.4 можно было убрать линии, перечеркивающие обозначения осей и заново сделать обозначения осей, повысив тем самым четкость.

3. На рис. 2.7, 2.9, 2.11, 2.14, 2.16, 2.18 значения приведены в Дин/см². Наверное, лучше было бы перевести в стандартную единицу, преобразовать в Па (1 Дин/см² = 0,1 Па).

4. В работе приведены разработанная программа и патент. Можно было сделать два приложения: 1) с кратким описанием программы; 2) краткого описания патента на изобретение.

Приведенные замечания связаны с оформлением и не могут повлиять на общую оценку проделанной работы. Работа сделана на высоком уровне, имеет теоретические, экспериментальные результаты и расчёты, изобретение и разработку программы, что представляет несомненную пользу для нефтяной промышленности, учебной и производственной практики.

Заключение по диссертации

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Мухарямовой Гульшат Ильдаровны «Исследование влияния электромагнитной обработки на реологические свойства высоковязких и парафинистых нефтей и моделирование их течения в трубопроводе», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой, имеющей перспективное значение для практики трубопроводного транспорта нефти и нефтегазовой отрасли в целом.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 21 печатной работе, в том числе в 3 статьях в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК, 15 статьях в изданиях, входящих в РИНЦ, в 1 статье в рецензируемом научном издании, входящем в международную реферативную базу данных Scopus и в 2 статьях в

журналах, входящих в базу данных RSCI. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ и Решение о выдаче патента, заявка № 2023128167/07(062729) от 01.11.2023.

Диссертационная работа соответствует пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, а ее автор, Мухарямова Гульшат Ильдаровна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Я, Рахимов Артур Ашотович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Мухарямовой Гульшат Ильдаровны, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент: старший научный сотрудник Института механики им. Р.Р. Мавлютова УФИЦ РАН – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, кандидат физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Рахимов Артур Ашотович

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИМех УФИЦ РАН)

Адрес: 450054, г. Уфа, Проспект Октября, 71.

Телефон: +7 987 105 26 43, адрес электронной почты: ragar83@mail.ru

Подпись канд. физ.-мат. наук Рахимова А.А. удостоверяю

Ученый секретарь
ИМех УФИЦ РАН
канд. физ.-мат. наук



Гайнуллина Э.Ф.

27.08.2024